

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-151137  
(43)Date of publication of application : 05.06.2001

(51) Int. Cl.

B62D 6/00  
B60K 28/06  
B62D 5/04  
// B62D101:00  
B62D109:00  
B62D113:00  
B62D117:00  
B62D119:00  
B62D137:00

(21) Application number : 11-334447

(22) Date of filing : 25.11.1999

(71)Applicant : MAZDA MOTOR CORP

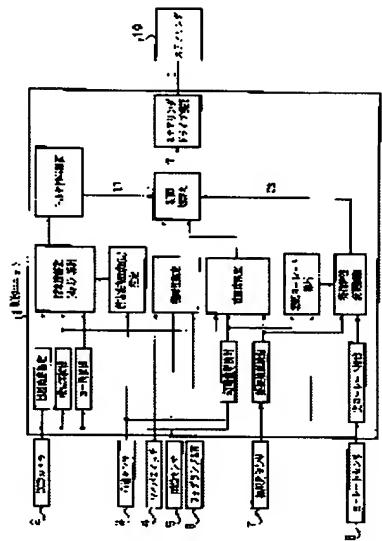
(72) Inventor : TERADA TETSUJIYA

**(54) STEERING ASSISTANCE DEVICE FOR VEHICLE**

**(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a steering assistance device for a vehicle providing an appropriate steering assistance according to the visibility of a road ahead of the vehicle.

**SOLUTION:** The visibility of the road ahead of the vehicle is estimated based on the conditions of a wiper switch 4 (or raindrop sensor 5) and a fog lamp switch 6, and when the visibility is determined to be good, steering characteristic varying control is carried out whereby steering torque is generated in accordance with the driver's steering wheel control. When the visibility is determined to be poor, torque imparting control is carried out whereby the steering torque is generated irrespective of the driver's steering control. The degree of awakening of the driver is estimated from the ratio of a steering condition (central frequency  $f_0$  of steering) when the vehicle travels straight to the current steering condition (central frequency  $f_1$  of steering), and when this estimation shows that the driver is in a low awakened state, the torque imparting control is carried out even if the visibility of the road ahead of the vehicle is good.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998-2003, Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-151137

(P2001-151137A)

(43) 公開日 平成13年6月5日 (2001.6.5)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
B 6 2 D 6/00  
B 6 0 K 28/06  
B 6 2 D 5/04  
// B 6 2 D 101:00  
109:00

識別記号

F I  
B 6 2 D 6/00  
B 6 0 K 28/06  
B 6 2 D 5/04  
101:00  
109:00

テマコード (参考)  
3 D 0 3 2  
A 3 D 0 3 3  
3 D 0 3 7

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-334447

(22) 出願日 平成11年11月25日 (1999.11.25)

(71) 出願人 000003137

マツダ株式会社

広島県安芸郡府中町新地3番1号

(72) 発明者 寺田 哲也

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ  
株式会社内

(74) 代理人 100076428

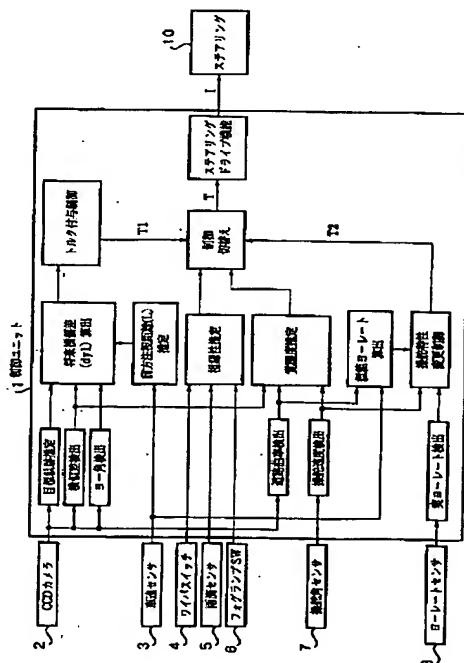
弁理士 大塚 康徳 (外1名)

(54) 【発明の名称】 車両用操舵支援装置

(57) 【要約】

【課題】 自車両前方の道路の視認性に応じて適切な操舵支援を行う車両用操舵支援装置の提供。

【解決手段】 ワイバースイッチ4 (または雨滴センサ5) 及びフォグランプスイッチ6の状態に基づいて自車両前方の道路の視認性を推定し、視認性が良いと判断したときには、ドライバによるステアリングホイールの操舵に応じて操舵トルクが発生する操舵特性変更制御を実行し、視認性が悪いと判断したときには、ドライバによる操舵とは無関係に操舵トルクが発生するトルク付与制御を実行する。直進路走行時の操舵状態 (操舵の中心周波数  $f_0$ ) と、現在の操舵状態 (操舵の中心周波数  $f_1$ ) との比からドライバの覚醒の度合を推測し、その推測の結果、ドライバが低い覚醒状態にあるときには、推定した自車両前方の道路の視認性が良いときであっても、トルク付与制御を実行する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 車両の操舵機構に操舵反力を付与する操舵反力付与手段と、  
前記車両前方の道路の視認性を推定する視認性推定手段と、  
前記車両の走行車線に対するずれ量を検出する走行状態検出手段と、  
前記視認性推定手段による推定結果と、前記走行状態検出手段による検出結果とに基づいて、前記車両の前記走行車線に対するずれ量が小さくなるように、前記操舵反力付与手段を制御する制御手段とを備え、  
前記制御手段は、前記操舵反力付与手段を制御するに際して、前記推定結果が前記車両前方の道路の視認性が良いことを表すときには前記操舵機構の所定の操舵反力特性が疑似的に変化する操舵特性変更制御を選択し、前記推定結果が前記車両前方の道路の視認性が良くないことを表すときには前記操舵機構に前記ずれ量が小さくなる方向の操舵トルクを付与する操舵トルク付与制御を選択することを特徴とする車両用操舵支援装置。

【請求項2】 前記視認性推定手段は、前記車両のフォグランプスイッチの操作状態を検出し、検出した操作状態がオン状態のときに、前記車両前方の道路の視認性が良くないと推定することを特徴とする請求項1記載の車両用操舵支援装置。

【請求項3】 前記視認性推定手段は、前記車両のワイパースイッチの操作状態を検出し、検出した操作状態がオン状態のときに、前記車両前方の道路の視認性が良くないと推定することを特徴とする請求項1記載の車両用操舵支援装置。

【請求項4】 前記制御手段は、  
前記操舵トルク付与制御を選択しているときに付与すべき操舵トルクの大きさを、前記車両前方の撮影画像に基づいて算出した目標軌跡、その目標軌跡に対する前記車両の横偏差、並びにヨー角に基づいて算出し、  
前記操舵特性変更制御を選択しているときに前記所定の操舵反力特性を疑似的に変化させるべき大きさを、前記車両前方の撮影画像に基づいて算出した道路曲率、並びに検出した自車速及び操舵角度に基づいて算出することを特徴とする請求項1記載の車両用操舵支援装置。

【請求項5】 更に、ドライバの運転操作に対する覚醒状態を判定する覚醒状態判定手段を備え、  
前記制御手段は、前記視認性推定手段による推定結果が前記車両前方の道路の視認性が良いことを表すときであっても、前記覚醒度判定手段によってドライバの覚醒状態が低いと判定されたときには、前記操舵トルク付与制御を選択することを特徴とする請求項1記載の車両用操舵支援装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、車両用操舵支援装

置に関し、例えば、代表的な車両である自動車に搭載して好適な操舵支援装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、代表的な車両である自動車においては、走行中の車線を安全に走行すべくドライバの運転操作（操舵）を支援する操舵支援システムが提案されており、例えば、特開平9-66853号には、自車両前方の撮影画像等に基づいて、走行中の車線からの逸脱を抑制可能な方向に操舵反力を発生させる装置が提案されている。

【0003】このような操舵支援装置における操舵支援（補舵）の具体的な手段としては、上記の従来例の如く車両の操舵機構に積極的に操舵トルクを付与する方式、或いは、操舵特性を間接的に変更すべく、車両の操舵機構のねね特性やダンピング特性を調整することによってドライバがステアリングホイールの操作に必要なトルクを変更する（即ち、ハンドル操作の重さを変更する）方法が従来より知られている。

## 【0004】

20 【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の従来の方式においては、走行中の道路の視認性に関らずに操舵支援制御が行われるため、自車両前方の道路の視認性の良い晴天時の昼間の時間帯等においては、自動的な操舵支援が行われることにドライバが煩わしさを感じる、或いは、運転操作に違和感を感じることが予想される。

【0005】そこで本発明は、自車両前方の道路の視認性に応じて適切な操舵支援を行う車両用操舵支援装置の提供を目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、本発明に係る車両用操舵支援装置は、以下の構成を特徴とする。

【0007】即ち、車両の操舵機構に操舵反力を付与する操舵反力付与手段と、前記車両前方の道路の視認性を推定する視認性推定手段と、前記車両の走行車線に対するずれ量を検出する走行状態検出手段と、前記視認性推定手段による推定結果と、前記走行状態検出手段による検出結果とに基づいて、前記車両の前記走行車線に対するずれ量が小さくなるように前記操舵反力付与手段を制御する制御手段とを備え、前記制御手段は、前記操舵反力付与手段を制御するに際して、前記推定結果が前記車両前方の道路の視認性が良いことを表すときには前記操舵機構の所定の操舵反力特性が疑似的に変化する操舵特性変更制御を選択し、前記推定結果が前記車両前方の道路の視認性が良くないことを表すときには前記操舵機構に前記ずれ量が小さくなる方向の操舵トルクを付与する操舵トルク付与制御を選択することを特徴とする。

【0008】上記の装置構成において、前記視認性推定手段が前記車両前方の道路の視認性が良くないと推定す

る方法としては、前記車両のフォグラムスイッチの操作状態を検出し、検出した操作状態がオン状態のとき、或いは、前記車両のワイバースイッチの操作状態を検出し、検出した操作状態がオン状態のときに、前記車両前方の道路の視認性が良くないと推定すれば良い（或いは、雨滴センサによって雨滴を検出したときに、視認性が良くないと推定することもできる）。

【0009】また、前記制御手段は、前記操舵トルク付与制御を選択しているときに付与すべき操舵トルクの大きさを、前記車両前方の撮影画像に基づいて算出した目標軌跡、その目標軌跡に対する前記車両の横偏差、並びにヨー角に基づいて算出し、前記操舵特性変更制御を選択しているときに前記所定の操舵反力特性を疑似的に変化させるべき大きさを、前記車両前方の撮影画像に基づいて算出した道路曲率、並びに検出した自車速及び操舵角度に基づいて算出すると良い。

【0010】好ましくは、ドライバの運転操作に対する覚醒状態を判定する覚醒状態判定手段を更に備え、前記制御手段は、前記視認性推定手段による推定結果が前記車両前方の道路の視認性が良いことを表わすときであっても、前記覚醒度判定手段によってドライバの覚醒状態が低いと判定されたときには、前記操舵トルク付与制御を選択すると良い。

【0011】

【発明の効果】上記の本発明によれば、自車両前方の道路の視認性に応じて適切な操舵支援を行う車両用操舵支援装置の提供が実現する。

【0012】即ち、請求項1の発明によれば、ドライバの運転操作を積極的に、または間接的に支援する制御機能を、自車両前方の道路の視認性に応じて適切に切り替えることができ、これにより、ドライバに違和感を与えることを最小限に抑制させた安全な操舵支援を実現することができる。

【0013】また、請求項2及び請求項3の発明によれば、自動車等の車両には一般的に設けられている既存の装置構成により、前方の道路の視認性を確実に推定することができる。

【0014】また、請求項4の発明によれば、出力すべき制御量を確実に算出することができる。

【0015】また、請求項5の発明によれば、ドライバの覚醒状態が低いと判定されたときには、運転操作に対して積極的な支援操作が施されるので、より安全に運転支援を行うことができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る車両用操舵支援装置を、代表的な車両である自動車に適用した実施形態として、図面を参照して詳細に説明する。

【0017】図1は、本実施形態に係る車両用操舵支援装置を搭載した自動車の全体構成を示す図である。

【0018】同図において、2は、自車両（車両10

0）の前方を撮影するCCD（ChargeCoupled Device）カメラである。3は、自車速Vを検出する車速センサである。4は、ドライバがワイパー（不図示）の作動速度（周期）の調整及び作動オン・オフが可能なワイバースイッチである。5は、車両100に接触する雨滴の圧力を検出する雨滴センサである。6は、ドライバがフォグラム（不図示）を点灯・消灯可能なワイバースイッチである。7は、車両100の操舵角度を検出する操舵角センサである。8は、車両100に発生するヨーレートを検出するヨーレートセンサである。尚、これらのセンサ自体は現在では一般的であるため、本実施形態における詳細な説明は省略する。

【0019】そして、制御ユニット1は、これらのセンサの検出結果に基づいて、図2に示す操舵機構に設けられたステアリングアクチュエータ（電動モータ）10に制御トルクTを発生させる。

【0020】図2は、本実施形態に係る車両用操舵支援装置を搭載した自動車の操舵機構を例示する図であり、車両100の操舵機構に制御トルクTを与えるための機構を示す。

【0021】同図に示す操舵機構自体は、自動車の一般的な操舵機構であり、基本的な動作としては、ドライバによるステアリングホイール11の回転操作が、トーションバー12及びステアリングコラム14を介してラック・アンド・ビニオン機構16にて車幅方向の動作に変換され、これにより不図示の左右前輪の操舵が行われる。トルクセンサ13は、ステアリングホイール11の回転操作により発生する操舵トルクを検出する。このような構成を有する操舵機構に対して、電動モータであるステアリングアクチュエータ10の回転トルク（制御ユニット1が出力する制御トルクTに相当）は、減速ギヤ15を介してステアリングコラム14に対する回転トルクとして伝達される。

【0022】尚、本実施形態においては、上記の如くステアリングアクチュエータ10の回転トルクをステアリングコラム14に対する回転トルクとして伝達する構成を採用するが、図2に示す操舵機構の何れかの部位に制御トルクTを与えることが可能であれば良く、例えば、ステアリングホイール11自体に、或いはラック・アンド・ビニオン機構16による車幅方向の動作に対して、制御トルクTを与える構成であっても良い。

【0023】次に、図1に示す各センサの検出結果を利用して制御ユニット1が行うステアリングアクチュエータ10の制御処理について、図3を参照して説明する。

【0024】図3は、本実施形態に係る車両用操舵支援装置の制御ユニットにて行われる制御処理を説明するブロック図であり、制御ユニット1に設けられた不図示のマイクロコンピュータが、予め格納された制御プログラムを実行することによって実現する機能を概説する図である。

【0025】本実施形態において、制御ユニット1は、以下に説明するトルク付与制御と操舵特性変更制御とを適宜切り替えながら、ドライバによる車両100の運転操作を支援する。まず、トルク付与制御及び操舵特性変更制御について説明する。

【0026】<トルク付与制御>一般に、自動車の操舵機構には、ステアリングホイール11に対して旋回操作が行われた場合に前進状態に復帰しようとする操舵反力特性が、例えば図5に示すように予め物理的に作り込まれている。トルク付与制御においては、ドライバによるステアリングホイールの操舵とは無関係に、この操舵反力特性を有する操舵機構に対して操舵トルクを付与することによって直接介入することになるため、ドライバは違和感を感じ易い。

【0027】以下、トルク付与制御を実行する際の具体的な手順について説明する。トルク付与制御においては、まず、CCDカメラ2による撮影画像に基づいて現在走行中の車線の区分線（例えば白線）を一般的な画像処理によって検出すると共に、その検出した区分線に基づいて算出した現在の目標軌跡（例えば、走行中の車線中央を結ぶ軌跡）TRに対する自車両の横位置偏差（即ち、コースずれ）dy0、ヨー角φを検出し、前方注視点y1における目標軌跡TRの変化分△Yを推定する。尚、これらの値の求め方自体は現在では一般的であるため、詳細な説明は省略する。

【0028】そして、推定した変化分△Yに基づいて前方注視点y1における横位置偏差dy0の予測値（将来横偏差）dy1を算出する。例えば、図6に示すグローバル座標系X-Yにおける自車両100の現在の横位置y0、目標軌跡TRの横位置Y0、車頭時間t経過後の自車両の横位置（前方注視点）y1、その時点における目標軌跡TRの横位置Y1としたとき、図6に示す車両100の走行状態において、予測値dy1は、以下に示す式により算出することができる。

$$dy1 = Y1 - y1 = (\Delta Y + Y0) - (y0 - \phi \times L) = \Delta Y + (Y0 + y0) + \phi \times L = \Delta Y + (dy0 + \phi \times L)$$

但し、上記の式において、前方注視距離L=自車速V×t（tは前方注視点y1に自車両100が到達するまでの所要時間（車頭時間）である。

【0030】そして、トルク付与制御における制御トルク（制御量）T1は、  
 $T1 = dy1 \times K1$ （但し、K1は制御ゲイン）  
 である。

【0031】<操舵特性変更制御>操舵特性変更制御は、上述したトルク付与制御とは異なり、ドライバによるステアリングホイール11の操舵に応じて操舵トルクが発生するため、ドライバは違和感を感じ難い。

【0032】以下、操舵特性変更制御を実行する際の具体的な手順について説明する。操舵特性変更制御におい

ては、まず、CCDカメラ2による撮影画像に基づいて現在走行中の車線の区分線（例えば白線）を一般的な画像処理によって検出すると共に、その検出した区分線に基づいて算出した走行中の道路の道路曲率1/Rと、検出した自車速Vに基づいて、その算出した道路形状（曲率）を自車両が正確にトレースした場合に検出されるべき規範ヨーレート（dφ/dt）0を、以下に示す式により算出する。ここで、（dφ/dt）は、ヨー角φの1次微分を表し、図7においては、φの上にドットが付された記号で示す（θについても同様）。

【0033】 $(d\phi/dt)_0 = (1/R) \times V$ 、一方、上記の如く算出した規範ヨーレート（dφ/dt）0に対する実測値として、ヨーレートセンサ8により実ヨーレート（dφ/dt）1を検出すると共に、操舵角センサ7により操舵角速度（dθ/dt）を検出する。

【0034】入手した規範ヨーレート（dφ/dt）0と、実ヨーレート（dφ/dt）1との差分は、自車両100の軌跡ずれの原因となるから、その差分に応じて操舵特性のダンピング成分の変化分を制御する（ドライバの体感的には、所謂ハンドルの重さを制御する）ことにより、軌跡ずれの発生を抑制することができる。

【0035】そこで、この軌跡ずれの発生を抑制する操舵特性変更制御における制御トルク（制御量）T2は、  
 $T2 = K2 \times (d\theta/dt) \times |(d\phi/dt)_0 - (d\phi/dt)_1| = K2 \times (d\theta/dt) \times |(1/R) \times V - (d\phi/dt)_1|$ （但し、K2は制御ゲイン）である。

【0036】<切り替え制御>本実施形態では、ワイバースイッチ4（または雨滴センサ5）及びフォグラランプスイッチ6の状態に基づいて、自車両前方の道路の視認性を推定し、視認性が良いと判断したときには操舵特性変更制御を実行し、視認性が悪いと判断したときにはトルク付与制御を実行する。

【0037】このように、自車両前方の道路の視認性に応じて制御方式を切り替える理由は、上述したように、ドライバはトルク付与制御に対しては違和感を感じ易く、操舵特性変更制御に対しては違和感を感じ難いため、ドライバが自らの判断（意思）での確な運転操作が

40 容易な自車両前方の道路の視認性が十分に確保されている走行状況下においてトルク付与制御が自動的に実行される場合には、ドライバは煩わしさを感じる、或いは、運転操作に違和感を感じることが予想される。そこで、本実施形態では、視認性が十分に確保されている走行状況においては操舵特性変更制御を実行し、視認性が十分な場合と比較して的確な運転操作が困難であり、ドライバが運転操作の自動支援を希望するであろう視認性が悪い場合に限ってトルク付与制御を実行する。

【0038】更に、本実施形態では、上記の如く自車両前方の道路の視認性に応じて制御方式を適宜切り替える

に際して、直進路走行時の操舵状態（操舵の中心周波数  $f_0$ ）と、現在の操舵状態（操舵の中心周波数  $f_1$ ）との比からドライバの覚醒の度合を推測し、その推測の結果、ドライバが低い覚醒状態にあるときには、推定した自車両前方の道路の視認性が良いときであっても、操舵特性変更制御を中止してトルク付与制御を実行することにより、ドライバの運転操作を直接的に支援する。ここで、ドライバのステアリングホイール11に対する操作の中心周波数  $f$  は、例えば、操舵角センサ7の検出結果を所定期間にわたって複数記憶し、それら検出結果に対して一般的な演算処理（高速フーリエ変換処理等）を施すことにより算出すれば良い。

【0039】<ステアリングドライブ機能> 上述の如く制御トルク（制御量）  $T$  として算出されたトルク付与制御における制御量  $T_1$  または操舵特性変更制御における制御量  $T_2$  は、制御ユニット1内のステアリングドライブ機能により、ステアリングアクチュエータ10に出力される。

【0040】図4は、制御ユニット1の最終段に設けられたステアリングドライブ機構のブロック図である。

【0041】算出された制御トルク（制御量）  $T$  は、図4に示す如く、制御ユニット1内においてステアリングフリクション補正が施された後、その補正後の制御トルク  $T'$  に応じた電流指令値に変換され、その電流指令値に応じた電流  $I$  が、モータドライブ回路から電動モータであるステアリングアクチュエータ10に通電される。これらの補正及び変換は、予めメモリ内に格納したルックアップテーブル等を参照することにより行えば良い。

【0042】次に、上述した制御機能を実現すべく、制御ユニット1の不図示のマイクロコンピュータが実行する制御処理の手順を、図8乃至図10を参照して説明する。

【0043】図8及び図9は、本実施形態に係る車両用操舵支援装置の制御ユニットが実行する制御処理を示すフローチャートであり、例えば車両100のイグニッションキースイッチがオンに操作されることにより開始される。

【0044】同図において、ステップS1：図1及び図2に示した各センサによる検出結果を更新する。

【0045】ステップS2～ステップS4：上述したトルク付与制御における制御トルク  $T_1$  の算出に使用すべく、前方注視距離  $L$ 、横位置偏差  $d_y 0$ 、並びに横位置偏差  $d_y 0$  の標準偏差  $\sigma 0$  を算出する。

【0046】ステップS5：CCDカメラ2による撮影画像に基づいて現在走行中の車線の区分線（例えば白線）を一般的な画像処理によって検出すると共に、その検出した区分線に基づいて算出した走行中の道路の道路曲率  $1/R$  を算出する。

【0047】ステップS6：算出した道路曲率  $1/R$  が略0であるかを判断することにより、現在走行している

道路が直線道路であるかを判断する。この判断でYES（直線道路）のときにはステップS7に進み、NOのとき（直線道路ではないとき）にはステップS9に進む。

【0048】ステップS7、ステップS8：ステップS6にて現在走行している道路が直線道路であると判断されており、後述するステップにおいてドライバの覚醒度を判定する際に基準値として使用する直進路走行時の操舵の中心周波数  $f_0$  を検出できる可能性がある。そこで、まず、ステップS4にて算出した自車両100の横位置偏差  $d_y 0$  の標準偏差  $\sigma 0$  が、直進状態を判定するしきい値  $a$  より小さいかを判断し（ステップS7）、この判断でYES（ $\sigma 0 \leq a$ ）のときには、車両100の走行状態が目標軌跡TRに沿って略直進している状態であり、中心周波数  $f_0$  を算出可能な状態であると判断できるので、ステップS8において操舵角センサ7の検出結果を利用して当該中心周波数  $f_0$  を算出し、その算出値をメモリに記憶する。一方、ステップS7の判断でNO（ $\sigma 0 > a$ ）のときには、現在走行中の道路自体は略直線であっても、その直線路に対する車両100の走行状態が直進している状態とは判断できないため、当該中心周波数  $f_0$  は行わずにステップS9に進む。

【0049】ステップS9～ステップS12：ヨーリードを検出し、目標軌跡TRを算出し、将来横偏差  $d_y 1$  を算出し（ステップS9～ステップS11）、これらの検出値及び算出値を利用して、上述した如くトルク付与制御における制御トルク  $T_1$  を算出する（ステップS12）。

【0050】ステップS13～ステップS16：規範ヨーレート（ $d\phi/dt$ ）0を算出し、実ヨーレート（ $d\phi/dt$ ）1を検出し、操舵角速度（ $d\theta/dt$ ）を検出し（ステップS13～ステップS15）、これらの検出値及び算出値を利用して、上述した如く操舵特性変更制御における制御トルク  $T_2$  を算出する（ステップS16）。

【0051】ステップS17：上述した如く自車両前方の道路の視認性を推定すべく、ワイバースイッチ4及び/またはフォグラランプスイッチ6がオンに操作されているか、或いは雨滴センサ5により雨滴が検出されている状態かを判断し、この判断でYESのときには自車両前方の道路の視認性が悪いと判断できるため、トルク付与制御を実行すべくステップS21に進み、NOのときには、自車両前方の道路の視認性は良いと判断できるが、操舵特性変更制御を実行するのに先立って、ドライバの覚醒度を判断すべくステップS18に進む。

【0052】ステップS18、ステップS19：操舵角センサ7の検出結果を利用して現時点における操舵の中心周波数  $f_1$  を算出し（ステップS18）、ステップS8にて算出した中心周波数  $f_0$  と当該中心周波数  $f_1$  との差分を算出すると共に、その差分に応じたドライバの覚醒度  $\alpha$  を、図10に示すルックアップテーブルを参照

することによって推定する(ステップS19)。

【0053】ステップS20:ステップS19にて推定したドライバのドライバの覚醒度 $\alpha$ が、低覚醒状態と判断するしきい値 $b$ より小さいかを判断し、この判断でYES( $\alpha \leq b$ )のときには、ドライバは低覚醒状態と判断することができ、ステップS17にて前方の道路の視認性が良いと判断したものとのトルク付与制御を実行することが好ましいためステップS21に進み、NO( $\alpha > b$ )のときには、ドライバは運転操作に十分な覚醒状態にあると判断でき、且つステップS17にて前方の道路の視認性が良いと判断しているので、操舵特性変更制御を実行すべくステップS22に進む。

【0054】ステップS21、ステップS22:ステップS12にて算出した制御トルクT1によるトルク付与制御、またはステップS10にて算出した制御トルクT2による操舵特性変更制御を、今回の制御周期(ループ)において出力すべき制御トルクTとして設定(決定)する。

【0055】ステップS23:ステップS21またはステップS22にて設定された制御トルクTに基づいて、ステアリングアクチュエータ10に回転トルクを発生させ、リターンする。

【0056】このように、上述した本実施形態によれば、自車両前方の道路の視認性に応じて適切な操舵支援を行うことができ、ドライバに違和感を与えることを最小限に抑えることができる。

【0057】また、上述した本実施形態では、自車両前方の道路の視認性が良いときであっても、ドライバの覚醒度が運転操作に十分でないと判断したときには、トルク付与制御が行われるため、より安全に運転支援を行うことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本実施形態に係る車両用操舵支援装置を搭載した自動車の全体構成を示す図である。

【図2】本実施形態に係る車両用操舵支援装置を搭載した自動車の操舵機構を例示する図である。

【図3】本実施形態に係る車両用操舵支援装置の制御ユニットにて行われる制御処理を説明するブロック図である。

【図4】制御ユニット1の最終段に設けられたステアリングドライブ機構のブロック図である。

【図5】一般的な自動車の操舵機構における操舵反力特性を示す図である。

【図6】本実施形態におけるトルク付与制御を説明する図である。

【図7】本実施形態における操舵特性変更制御を説明する図である。

【図8】本実施形態に係る車両用操舵支援装置の制御ユニットが実行する制御処理を示すフローチャートである。

【図9】本実施形態に係る車両用操舵支援装置の制御ユニットが実行する制御処理を示すフローチャートである。

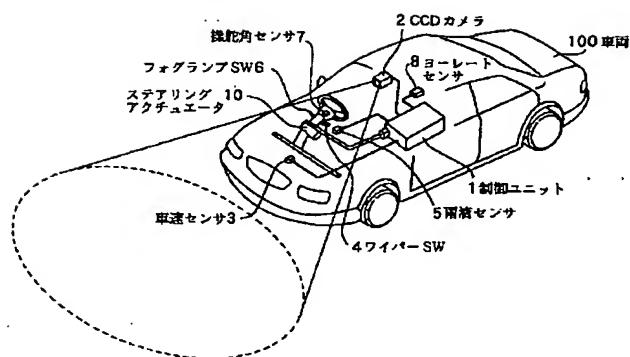
【図10】ドライバの覚醒度 $\alpha$ を推定するために参照するルックアップテーブルを例示する図である。

#### 20 【符号の説明】

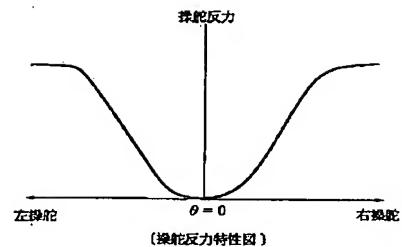
- 1: 制御ユニット,
- 2: CCDカメラ,
- 3: 車速センサ,
- 4: ワイバースイッチ,
- 5: 雨滴センサ,
- 6: フォグランプスイッチ,
- 7: 操舵角センサ,
- 8: ヨーレートセンサ,
- 10: ステアリングアクチュエータ,

- 30 11: ステアリングホイール,
- 12: トーションバー,
- 13: トルクセンサ,
- 14: ステアリングコラム,
- 15: 減速ギヤ,
- 16: ラック・アンド・ピニオン機構,
- 100: 車両,

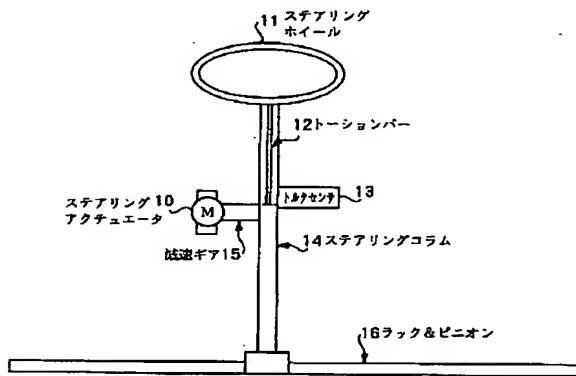
【図1】



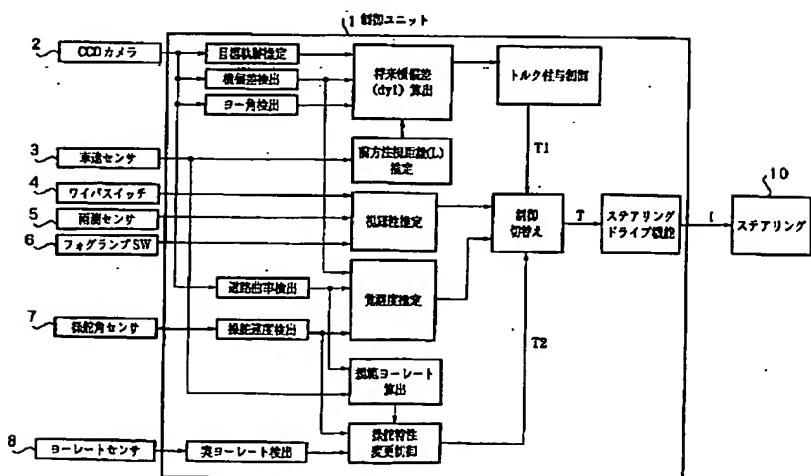
【図5】



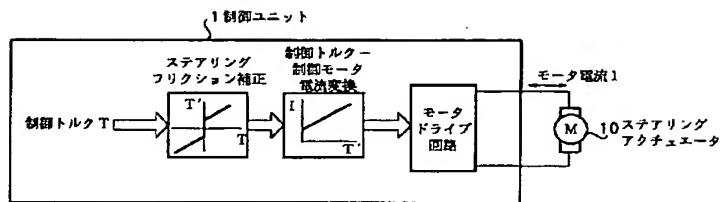
【図2】



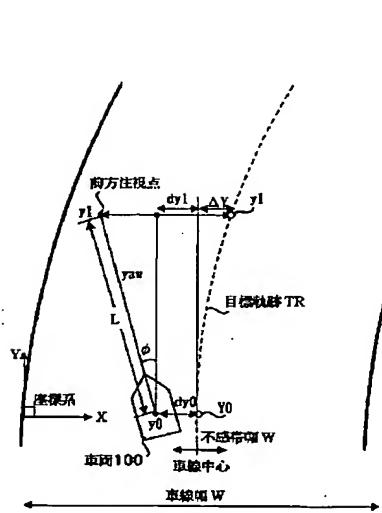
【図3】



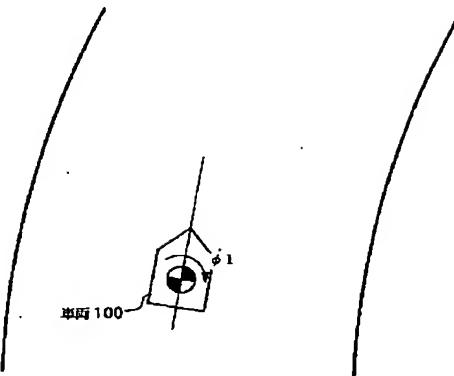
【図4】



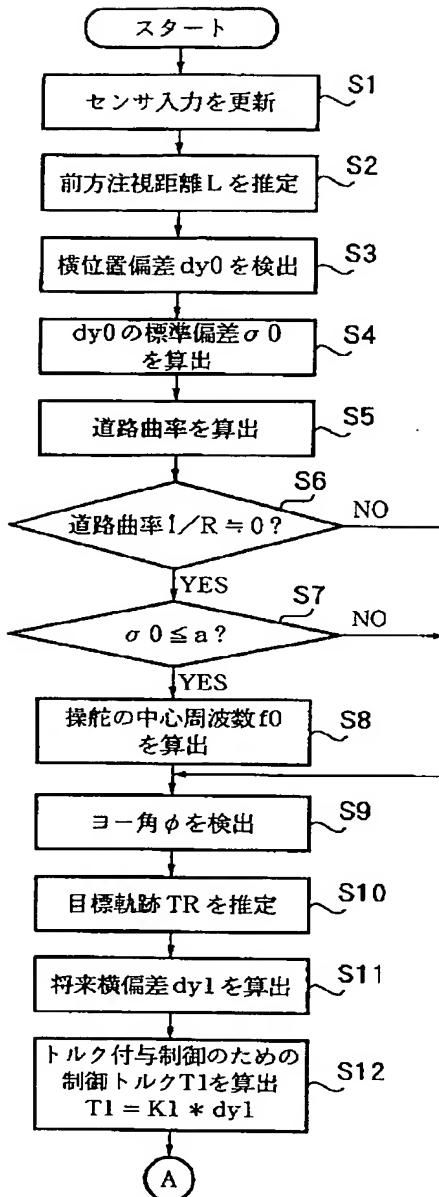
【図6】



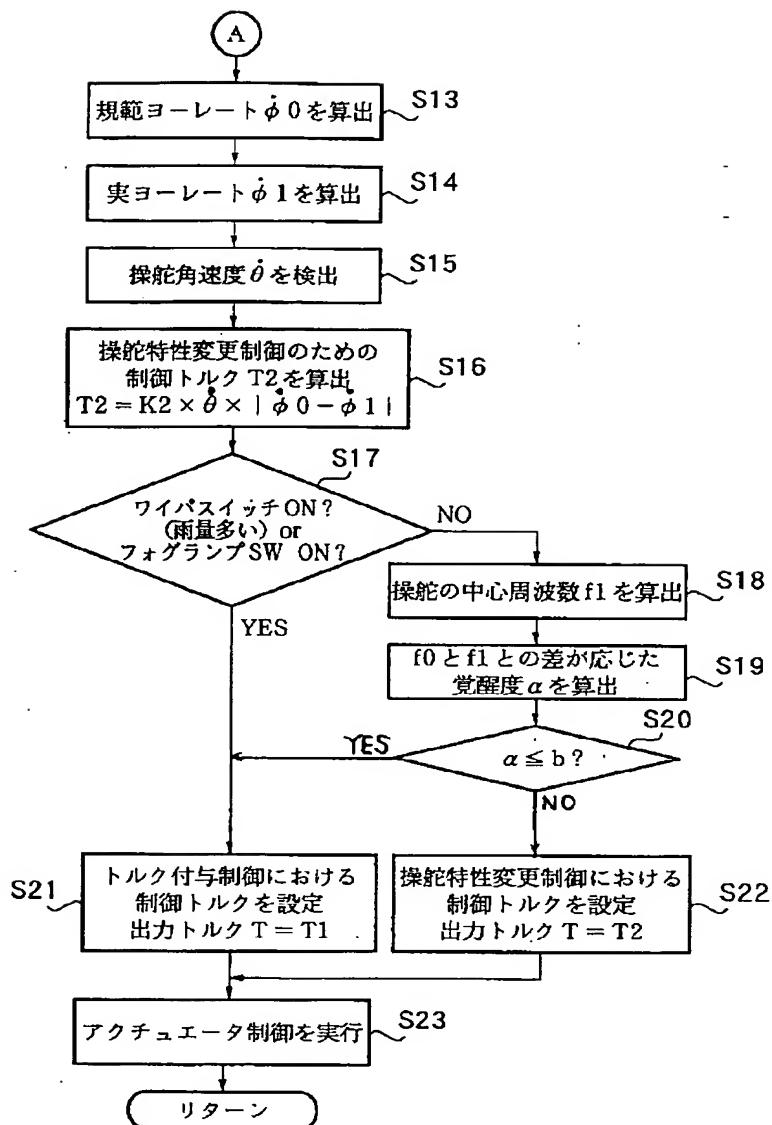
【図7】



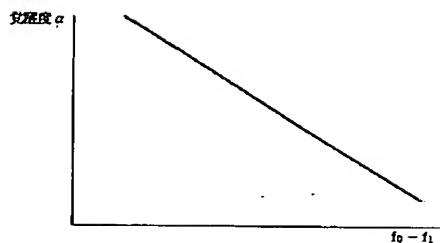
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(51)Int.C1.<sup>7</sup>  
B 6 2 D 113:00  
117:00  
119:00  
137:00

識別記号

F I  
B 6 2 D 113:00  
117:00  
119:00  
137:00

マークド (参考)

F ターム(参考) 3D032 CC20 CC21 DA03 DA09 DA15  
DA23 DA27 DA32 DA33 DA72  
DA81 DA84 DA91 DA98 DB01  
DD17 EA01 EB04 EB12 EC22  
EC34 GG01  
3D033 CA03 CA11 CA13 CA16 CA17  
CA19 CA21 CA31  
3D037 FA05 FB00